

面的な広がりを持つ大規模造成工事における帯状水平ドレーンの布設方法について

(株)複合技術研究所 正会員 ○岡本 正広
チカミミルテック(株) 橋詰 文伯

1. はじめに

軟弱地盤を改良する場合、従来はサンドドレーンやプラスチックボードドレーン（以下、PBD と称す）による地盤改良に先立ち、排水層として良質な砂による敷砂層、すなわちサンドマットを敷設していた。しかし、近年、良質な砂が少なくなった上に、新たな砂の大量採取は環境破壊につながるもので、最近では、サンドマットに替わって人工の水平排水材を用いる機会が多くなってきている。^{1), 2)}

しかし、規模、形状寸法および水平排水距離等を考慮した合理的な水平ドレーンの配置法については未解明な点も多い。そこで、本報告では、改良面積が面状に広がる大規模造成工事において、サンドマット層の代替として布設されるような状況を想定した水平ドレーンの配置法について報告する。

2. 水平ドレーンの面内透水性

図1にPBDの通水量を測定するための試験装置³⁾、およびこの装置を用いて実施したPBDの面内透水試験結果をそれぞれ示す。試験は、PBD材に見掛け上の軸ひずみを10,15,20%与え、動水勾配*i*=0.5で実施した。製品規格は、拘束圧100kPa、軸ひずみ0%の状態で 5×10^0 cm/sec以上である。表1に水平ドレーンの仕様例を示す。表1に示す水平ドレーンは、生分解性樹脂のエンボス形状の芯体とこれを覆うフィルター（生分解性不織布）からなる複合構造分離型の帯状排水材である。この水平ドレーンは、芯体とフィルターが互いに分離・独立したフレキシブルな構造になっており、大きな上載圧を受けても通水断面は余り減少しない。

3. 水平ドレーン配置の考え方

3.1 鉛直ドレーンからの排水量

地盤の圧密の進行に伴う1本の鉛直ドレーンを通じて排出される流量は(1)式で表される。

$$q = \varepsilon_f \cdot H \cdot U \cdot A \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここに、*H*: バーチカルドレーン長 *U*: 平均圧密度
ε_f: 最終圧縮ひずみ *A*: ドレーン1本の負担面積

ここで、載荷盛土による最大沈下量を *S_∞*=150cm、ドレーンの打設間隔を1.7×1.7mの正方形配置とすれば、ドレーン1本あたりの負担面積は *A*=1.7×1.7=2.89 m²であることから、鉛直ドレーン材1本の通水量は(1)式より

$$q = \varepsilon_f \cdot H \cdot U \cdot A$$
$$= 150 \times U \times 2.89 \times 10^4 \quad \dots \dots \dots (2)$$

表1 水平ドレーンの仕様例

	項目	単位	仕 様		
			H-175	H-200	H-300
材質	芯材	-	生分解性樹脂		
	フィルター	-	生分解性不織布		
寸法	厚さ	mm	7.0±1.0		
	幅	mm	177.0±3.0	202.0±3.0	302.0±3.0
	巻長さ	m	50		
	巻取り径	cm	90		
重量	巻重量	kg	約12 (2巻/梱包)	約15 (2巻/梱包)	約13 (1巻/梱包)
	芯材圧縮強度	N/cm ²	20以上		
力学的性質	面内透水係数	cm/sec	5×10^0 以上		
	フィルター透水係数	cm/sec	1×10^{-4} 以上		

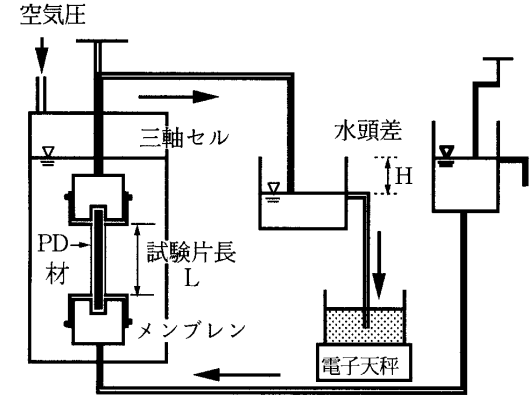


図1 PBDの通水量(縦方向透水性)を測定するための試験装置³⁾

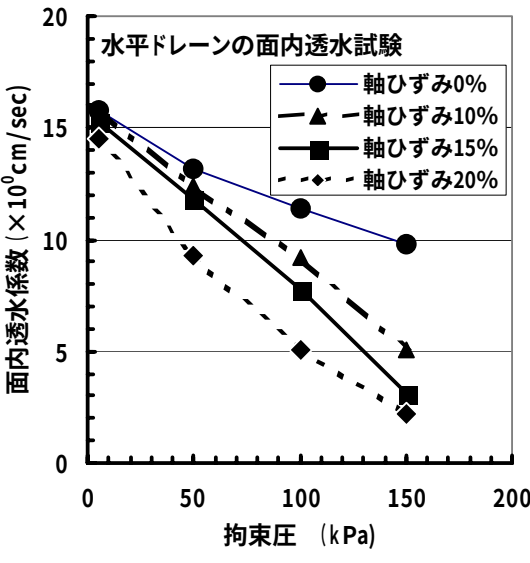


図2 水平PBDの通水試験結果

表2 圧密沈下に伴うドレーンからの平均排水量

経過 日数	圧密度 U(%)	沈下量 (cm)	排水量	
			(cm ³)	(cm ³ /sec)
10	0.07	10.5	304,168	0.35
15	0.10	15.0	434,526	0.34
20	0.12	18.0	521,431	0.30
40	0.23	34.5	999,410	0.29
100	0.50	75.0	2,172,629	0.25



写真1 水平 PBD の布設例

(2)式から、経過日数と鉛直ドレーンから排出される単位時間当たりの排水量を算定すると表2の通りになる。

3.2 水平ドレーンの排水量

写真1に示すように、基盤の目のように並んだ鉛直ドレーンの頭部は、格子状に布設された2方向の水平ドレーンに直接接続される。この水平ドレーンには、鉛直ドレーンの圧密排水が流れ込み、水平ドレーン内の水は順次流量を増しながら盛土端部の排水溝へ排出される。図3に示すように、今回の計画範囲を500m×360mと想定すれば、最大水平排水距離はほぼ250m(工事範囲中央からの距離)であるため、鉛直ドレーン147本(250m/1.7m)から流出される排水量は、147本×0.35cm³/sec 51.5 cm³/secとなる。(初期圧密の段階³⁾である10日目程度までの平均排水量を対象)

ここで、水平ドレーンの排水能力は、

- ・厚さ $h=0.7\text{cm}$
- ・透水係数 $k=10.0\text{cm/sec}$
- ・拘束圧 $p=50\text{kPa}$ (盛土荷重相当: $20\text{kN/m}^3 \times 2.5\text{m}$)
- ・動水勾配 $i=0.5$

とすれば、ドレーンの幅によって排水能力は下記の通りとなる。なお、通水量は下式によって求めた。

幅177mm (H-175): 62.0 cm³/sec

幅302mm (H-300): 105.7 cm³/sec

$$Q=k \cdot i \cdot A \quad \dots (3)$$

ここに、 k : ドレーンの面内透水係数

i : 動水勾配

A : ドレーン材の断面積

3.3 水平ドレーンの配置

長期間に至る目詰まり等による排水性能の低下に対する安全率を $F_s=2$ とすれば、幅177 (H-175) と幅302 (H-300) の水平ドレーンの排水能力は、それぞれ、30 cm³/sec と 52 cm³/sec 程度となる。また、施工中心位置の鉛直ドレーンから水平ドレーンに順次流れ込む圧密排水量は、図4の通りとなる。

したがって、センターの4ブロックは、幅177mm (H-175) とし、その周辺のブロック12ブロックは、幅302mm (H-300) の水平ドレーンを敷設すれば、盛土荷重による圧密排水量を排出する能力を有することになる。

4. まとめ

本報告では、軟弱地盤の圧密促進工法において、サンドマットの代替として近年採用されるようになってきた人工水平排水材の合理的な配置法として、規模、形状寸法および水平排水距離等を考慮した方法を提案した。今後は、マッドレジスタンスの考慮やドレーン材同士の接続方法など設計・施工方法の改善に取り組んでいく予定である。

<参考文献>

- 1) 土木系材料技術・技術審査証明 報告書(技審証第0102号) 水平排水材「パブリックドレーン」、pp.30~37, 1990
- 2) 徳留 修、岡本正広: プラスチックボードドレーンと帯状水平排水材により改良された地盤の沈下挙動解析, 土木学会第53回年次講演会, pp.524~525, 1998
- 3) 嘉門雅史、プラダンテージ、諏訪靖二、本郷隆夫他; プラスチックボードドレーンの通水容量の評価試験について, ジオテキスタイル試験法に関するシンポジウム論文集, pp.77~82, 1994

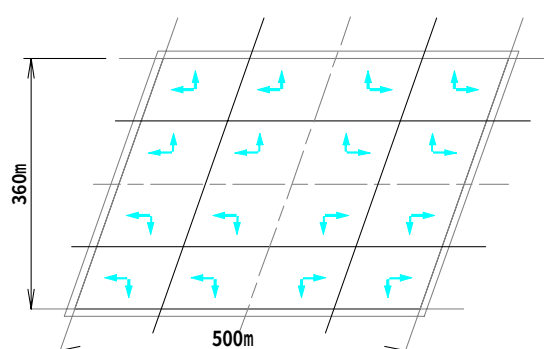


図3 圧密排水の流れ

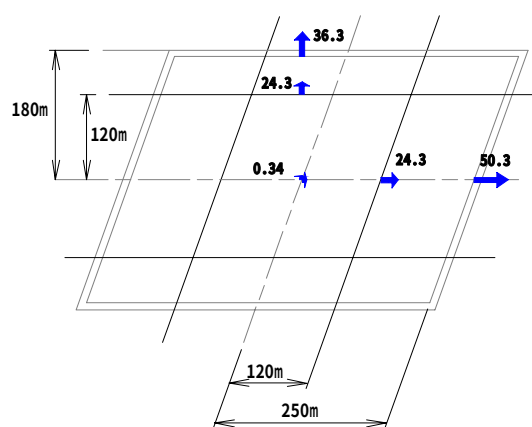


図4 水平ドレーン位置と排水量との関係